

Criterios de Interpretación de la edad en los otolitos del Estornino del Atlántico Nordeste (*Scomber colias*)



María Rosario Navarro, Begoña Villamor, Clara Dueñas-Liaño, Ana Antolínez
(Proyecto BIOPEL), Septiembre 2017



Formato recomendado con fines de citación:

Navarro, MR., B. Villamor, C. Dueñas-Liaño, A. Antolinez. 2017. Criterios de interpretación de la edad en los otolitos del Estornino (*Scomber Colias*) del Atlántico Nordeste. Documento Interno del IEO, Proyecto BIOPEL, Septiembre 2017. Repositorio del IEO

Contenido

1. Introducción.....	5
2. Breves notas biológicas	5
3. Protocolo de lectura de edad (ICES WKARCM, 2015)	6
4. Directrices específicas para la interpretación de los otolitos: Identificación de las causas de las dificultades de interpretación (ICES WKARCM, 2015)	12
4.1 Areas del otolito para interpretar la edad	12
4.2 Naturaleza del borde del otolito	14
4.3 Dificultades de interpretacion del otolito	14
5. Control de calidad de las lecturas de edad.....	16
6. Colección de otolitos de referencia (ICES WKARCM, 2015)	17
6.1 Division 8c del ICES – Golfo de Vizcaya.....	17
6.2 Division 9a del ICES – Aguas de Galicia.....	22
7. Referencias	27

1. Introducción

La determinación de la edad de los organismos marinos requiere un continuo proceso de mantenimiento de la consistencia del criterio de interpretación de cada lector de edad y de los lectores de edad de los diversos laboratorios entre sí (Panfili et al., 2002). El objetivo final de todo el trabajo de interpretación de la edad es establecer métodos que sean exactos, precisos y prácticos, de modo que puedan usarse rutinariamente en la interpretación de la edad de numerosas muestras necesarias para la evaluación de las especies marinas explotadas (Panfili et al., 2002).

Este manual tiene como objetivo describir los métodos para la determinación de la edad anual del estornino (*Scomber colias*, Gmelin, 1978). Las técnicas para la determinación de la edad en estructuras calcificadas de especies pelágicas y bentónicas (disección, preparación y métodos) en el área del ICES (aguas atlánticas europeas) se han descrito recientemente en un manual publicado tanto en inglés como en castellano (Villamor et al., 2015; 2016). Este nuevo manual que presentamos aquí se centra sólo, pero en mayor profundidad, en los criterios utilizados y estandarizados a nivel europeo para la interpretación de los anillos de crecimiento anual en los otolitos (lectura de otolitos) del estornino del Atlántico Nordeste. Este manual tiene como finalidad servir de referencia para los lectores de edad del estornino en los laboratorios del IEO y pretende también ser una guía para el entrenamiento de los nuevos participantes (lectores) en la determinación de la edad en los otolitos del estornino, para suplementar y complementar el entrenamiento que reciben del lector experto asignado para entrenarlos. También pretende ser una guía dinámica, que pueda cambiar a medida que sean introducidos nuevos criterios de interpretación tras ser evaluados y adoptados a nivel europeo. Este manual se basa en los últimos intercambios, talleres y publicaciones sobre la determinación de la edad del estornino (ICES, 2015; Navarro et al., 2015). También se hace referencia a la biología de la especie ya que es fundamental tener conocimiento de ella para poder interpretar los otolitos con mayor precisión.

2. Breves notas biológicas

El estornino (*Scomber colias*) es una especie pelágica de tamaño medio, abundante en aguas del Atlántico. Está presente, junto con la caballa (*S. scombrus*), en el Atlántico Nordeste, aunque ésta última es más abundante, quedando restringida la pesca de estornino prácticamente al Sur del Golfo de Vizcaya, costa de Portugal, Golfo de Cádiz, Islas Canarias y aguas del Oeste de Marruecos y el Sáhara. El Sur del Golfo de Vizcaya se puede considerar como el límite superior de la pesquería en el Atlántico Nordeste.

La abundancia de estornino en el Golfo de Vizcaya nunca ha sido evaluada, por lo que la situación del stock es desconocido. Actualmente, no se sabe con seguridad si forman un stock permanente restringido al Sureste del Golfo de Vizcaya o si migran desde o hacia aguas más al Sur.

Se han descrito migraciones del estornino en relación con los ciclos estacionales de desove y alimentación, en varias zonas del Océano Atlántico (Castro-Hernández y Santana-Ortega, 2000),

sin embargo, se conoce muy poco de las zonas de desove y las migraciones de esta especie dentro de las aguas europeas del Atlántico.

Se observa un gradiente del periodo de desove a lo largo del Atlántico Este (ICES, 2015), produciéndose antes en latitudes más bajas: así de noviembre a febrero en las Islas Canarias (Lorenzo et al., 1993), desde febrero / marzo-mayo / junio en aguas Portuguesas (Martins, 1996), y en marzo-julio en el Golfo de Vizcaya (Navarro et al., 2014a; Villamor et al., 2017). Este gradiente puede estar relacionado con la temperatura, ya que la principal época de desove del estornino se produce cuando la temperatura del agua es de al menos 10 ° C y más a menudo cuando es de 15 a 20 ° C (Castro-Hernández y Santana-Ortega, 2000), como ocurre en otras especies migratorias tales como la caballa (ICES, 2014).

En el Golfo de Vizcaya La puesta de esta especie se produce durante la primavera, alcanzando su máximo en mayo y junio, quedando durante finales del verano, otoño e invierno en estado de post-puesta y reposo. La talla de primera madurez sexual (L50) ocurre durante el primer y segundo año de vida (1.9 años), con una talla de unos 24.9cm (Villamor *et al.*, 2017), que es menor que la de otras áreas costeras de la Península Ibérica (Martins, 1996; Lucio, 1997). En general, se tienen mayores valores de L50 en aguas de la Península Ibérica (Martins, 1996; Lucio, 1997; Navarro *et al.*, 2014; Canseco, 2016; Villamor, *et al.*, 2017) que en las islas atlánticas (Nespereira, 1993; Vasconcelos, 2006; Vasconcelos *et al.*, 2011). Al ser el Golfo de Vizcaya el límite norte de la distribución de esta especie y debido a la presencia de aguas más frías, la época de puesta ocurre aquí más tarde que en otras zonas.

El estornino es una especie de crecimiento rápido, que puede llegar a alcanzar 62 cm de longitud total y 20 años de edad (Navarro et al., 2012), aunque generalmente alcanzan los 50 cm de longitud total y 13 años de edad (Castro-Hernández y Santana -Ortega, 2000). Los parámetros de crecimiento estudiados por diferentes autores y áreas indican que la longitud teórica máxima varía de 58.2 cm de las aguas de Portugal continental (Martins, 1996; Martins et al, 1983) a 50.8cm en el Golfo de Vizcaya y aguas de Galicia. En Azores y Madeira, estos valores son 57.2cm y 50.1cm (Carvalho et al., 2002, Vasconcelos et al, 2011). En el Golfo de Cádiz y Mar de Alborán, esta especie crece rápidamente durante el primer año, alcanzando el 50% de la longitud asintótica en el Golfo de Cádiz y el 59% de L_{∞} en el Mar de Alborán. Esta especie crece rápidamente durante el primer año de vida y mucho más lentamente después de 3-4 años (Velasco et al., 2011; Lorenzo et al, 1995; Perrota et al., 2005).

3. Protocolo de lectura de edad (ICES WKARCM, 2015)

-Observación: Los otolitos del estornino se observan bajo una lupa binocular, montados en placas negras recubiertas de resina transparente no plástica. También en algunos casos y para toma de medidas biométricas, la edad se estima de la lectura de imágenes digitales.

-Fuente de luz: Luz reflejada utilizando iluminadores de fibra óptica.

- Aumentos: Entre 20x y 40x aumentos según el tamaño del otolito.

- Eje de lectura: Se cuentan los anillos translúcidos (hialinos) principalmente en la parte posterior (*post-rostrum*) del otolito, ayudándose en lo observado en el borde próximo a la parte anterior (*rostrum*). (Ver Sección 3.1)

- Criterios para la determinación de la edad anual: Los criterios que se siguen para la determinación de la edad en *Scomber colias* son los recomendados en ICES WKARCM 2015:

- Un anillo anual está formado por una zona opaca y una zona hialina (anillo), lo que se considera un año.
- Como primer paso, la lectura se debe realizar sin conocer la longitud del pez. La única información al inicio de la lectura debe ser la fecha de captura.
- Áreas prioritarias de lectura: el área principal para la interpretación de edad debe ser el área posterior (*post-rostrum*), seguida por el borde próximo a la parte anterior del otolito (*rostrum*). (Ver Sección 4.1).
- La anchura de los anillos anuales disminuyen con la edad, siendo más evidentes en los tres primeros años de vida. Hay que tener en cuenta la presencia frecuente de *checks* o anillos falsos durante los primeros años, que pueden ser identificados siguiendo este patrón de disminución de la anchura de los anillos anuales (los *checks* no siguen el patrón).
- Aplicar la regla de asignación de edad correspondiente a la fecha de nacimiento convencional adoptada para la población estudiada (Figuras 1 y 2).
- La fecha de nacimiento adoptada es el 1 de enero para todas las zonas del Atlántico y las zonas del Mediterráneo Occidental. Para una convención de fecha de nacimiento al primero de enero, la regla es que la edad es igual al número de anillos anuales (es decir, el número de bandas de crecimiento opaco y zonas translúcidas de invierno); esto equivale a decir que la edad es igual al número de bandas anuales completas de crecimiento opaco; o que la edad es igual al número de zonas hialinas observadas en el otolito. Por lo tanto, cuando en el primer semestre del año se observa un anillo hialino (anillo de invierno) en el borde de los otolitos, se cuenta como un anillo anual (anillo opaco + anillo hialino = un año). Sin embargo, en el segundo trimestre del año (abril a junio), cuando se observa un anillo hialino en el borde de los otolitos, debe ser cuidadosamente evaluado por el lector, sobre la base de la anchura de este incremento. Tiene que ser determinado si este anillo hialino corresponde a la finalización de la formación del anillo verdadero de invierno, o a un falso anillo (ICES, 2015) probablemente formado debido a la puesta. Es frecuente observar un borde opaco durante marzo, abril y mayo en los otolitos de ejemplares jóvenes, que corresponde al nuevo crecimiento del año en curso, es decir, a un nuevo anillo opaco de verano en formación y, por tanto, no entra dentro del cómputo de la edad. Cuando se observa un anillo hialino en el borde de los otolitos en el segundo semestre del año, habría que valorar si este anillo es ya el inicio de la formación del

nuevo anillo hialino (generalmente a partir de noviembre, ver Sección 3.2) y por lo tanto no se cuenta dentro del cómputo de la edad (Figura 1).

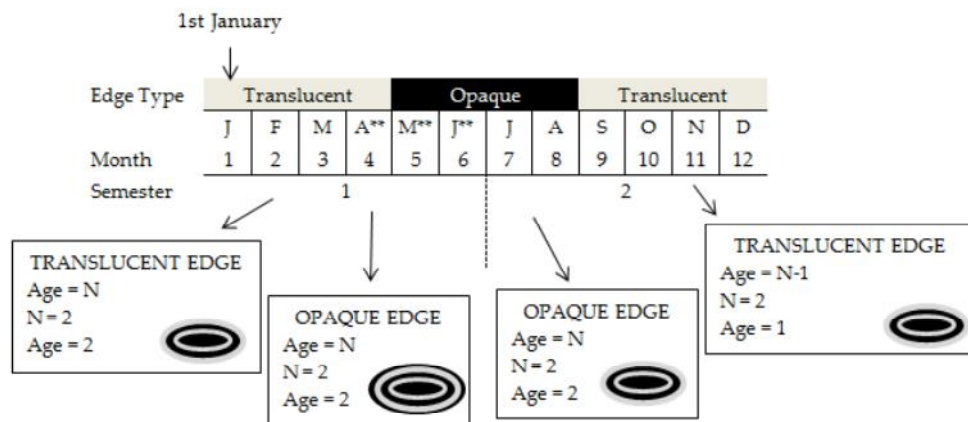


Figura 1. Interpretación esquemática del desarrollo del crecimiento de las zonas anuales en el transcurso de un año. N es un número de las áreas translúcidas. Convencionalmente, la fecha de nacimiento se fija en el 1 de enero como la fecha de nacimiento de todos los individuos. (Diagrama tomado de ICES WKARCM, 2015)

- En el Este del Mediterráneo (Mar Adriático y Mar Egeo) así como también en el Centro (Mar de Liguria), los criterios adoptados para la fecha de nacimiento es el pico de la puesta, el 1 de julio, ya que el periodo de desove se produce en ese momento. Para una convención de fecha de nacimiento a primeros de julio, la regla para la asignación de edad cambia dependiendo del semestre en el que se pescó el pez: Para la primera mitad del año, la edad debe ser igual al número de anillos (o zonas hialinas) observados menos uno, ya que aún no ha cumplido la edad (la edad se cumpliría a partir del 1 de julio). Para la segunda mitad del año, la edad es igual al número de anillos (o zonas hialinas de invierno anteriores) observadas en el otolito. Si se observa un anillo hialino en el borde de los otolitos en el primer semestre del año, éste no se considera dentro del cómputo de la edad. Por el contrario, si se observa un anillo hialino en el borde de los otolitos en el segundo semestre del año, éste entraría dentro del cómputo de la edad. Se puede encontrar borde opaco durante octubre, noviembre y diciembre en los otolitos de ejemplares jóvenes que corresponde al nuevo crecimiento del año en curso y, por tanto, no entraría dentro del cómputo de la edad (Figura 2).

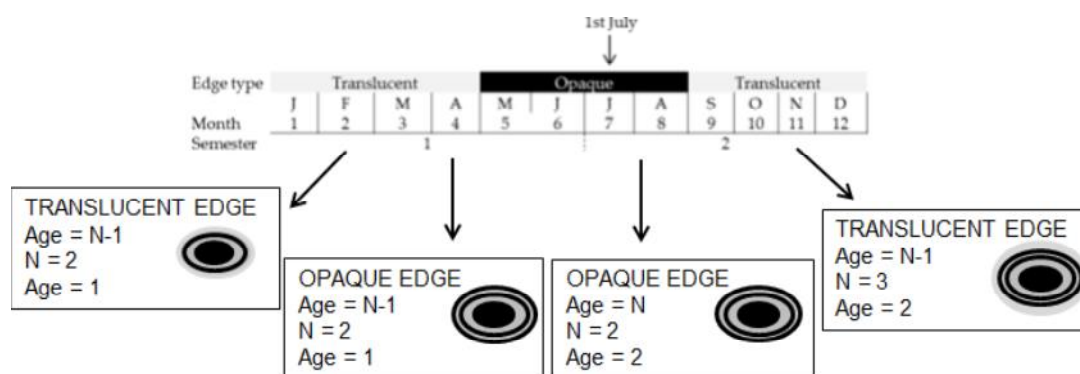


Figura 2. Interpretación esquemática del desarrollo del crecimiento de las zonas anuales en el transcurso de un año. N es un número de las áreas translúcidas. Considerando la fecha de nacimiento el 1 de julio de todos los individuos. (Diagrama tomado de ICES WKARCM, 2015)

- La medida del radio medio del primer anillo anual (distancia entre el núcleo y el primer anillo, Figura 3) en los otolitos del estornino del Golfo de Vizcaya es de 1.2 mm (Navarro et al., 2015). Estas medidas están en estudio en las otras áreas.

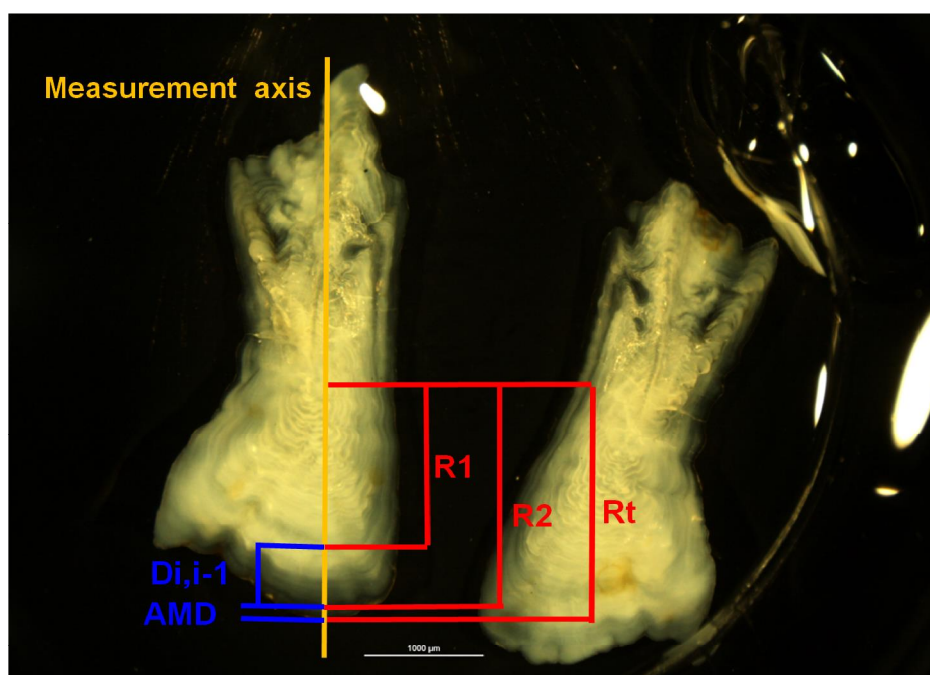


Figura 3. Eje de medida y mediciones de los anillos de crecimiento en los otolitos de estornino: R_t (radio de los otolitos), R_1 , R_2 , etc. (radio de los anillos). (Navarro et al., 2015.).

- La presencia especial de anillos falsos o checks:
 - Otolitos del Golfo de Vizcaya: Es común encontrarse con un anillo falso en el segundo año, generalmente fáciles de identificar siguiendo el patrón de crecimiento (son anillos formados en el que el crecimiento es mucho menor

que el esperado). También es frecuente encontrar anillos falsos en otolitos a partir de 4 años, siendo difícil de distinguir de los anillos verdaderos (Fig.4).

- Otolitos del Mediterráneo Occidental: en algunos años, hay presencia de anillos falsos en los dos primeros años dependiendo de las condiciones ambientales (especialmente en verano).
- Eliminar los otolitos en mal estado y cuando haya una sucesión de anillos, con los que los lectores no pueden estar seguros de si son anillos anuales verdaderos o checks (figura 4).

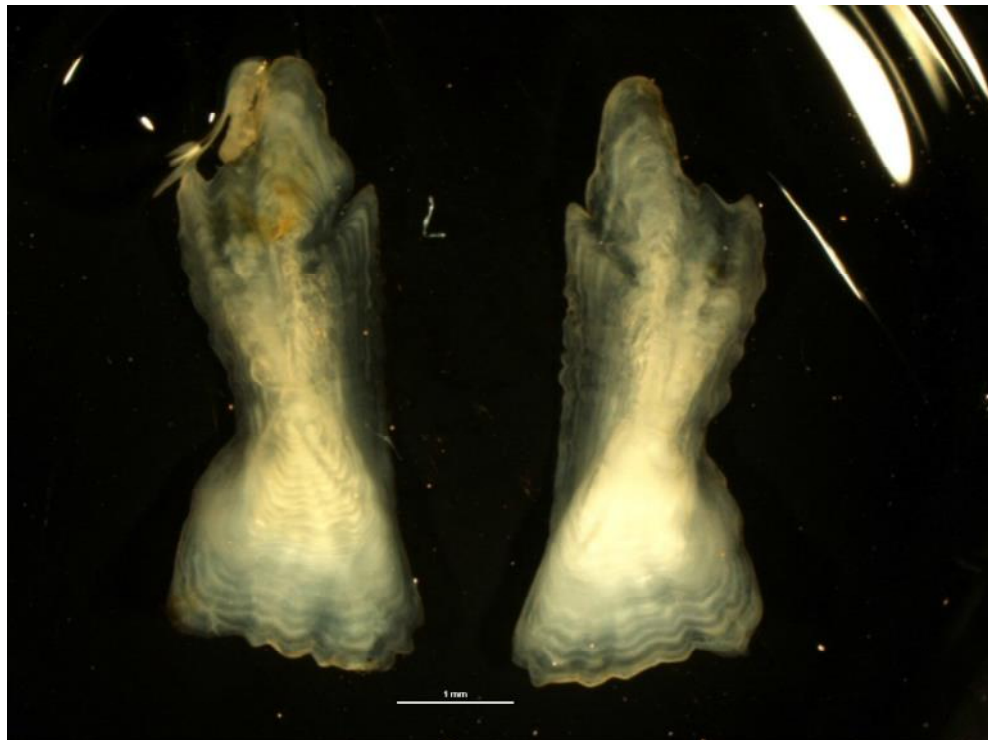


Figura 4. Otolito de estornino (División 8c del ICES, Longitud total = 35,9 cm, fecha de captura: Agosto), donde los anillos falsos no se pueden diferenciar de los anillos anuales verdaderos. (Fotografía tomada de ICES WKARCM, 2015).

-Dificultades de interpretación: Estas dificultades podrían explicarse por:

1. dificultades en identificar el primer anillo anual .
2. dificultades en diferenciar entre los anillos verdaderos anuales (Annuli) y los anillos falsos (cheks).
3. insuficiente reconocimiento del patrón anual de crecimiento.

4. criterio insuficiente en cuanto al borde de los otolitos a lo largo del año .
5. patrón de crecimiento diferente en otolitos de diferentes áreas (por ejemplo, otolitos de zona ICES 9aN con anillos más finos y de anchura similar y con mayor presencia de anillos falsos y otolitos de la zona ICES 8c con anillos más anchos) (Figura 5).

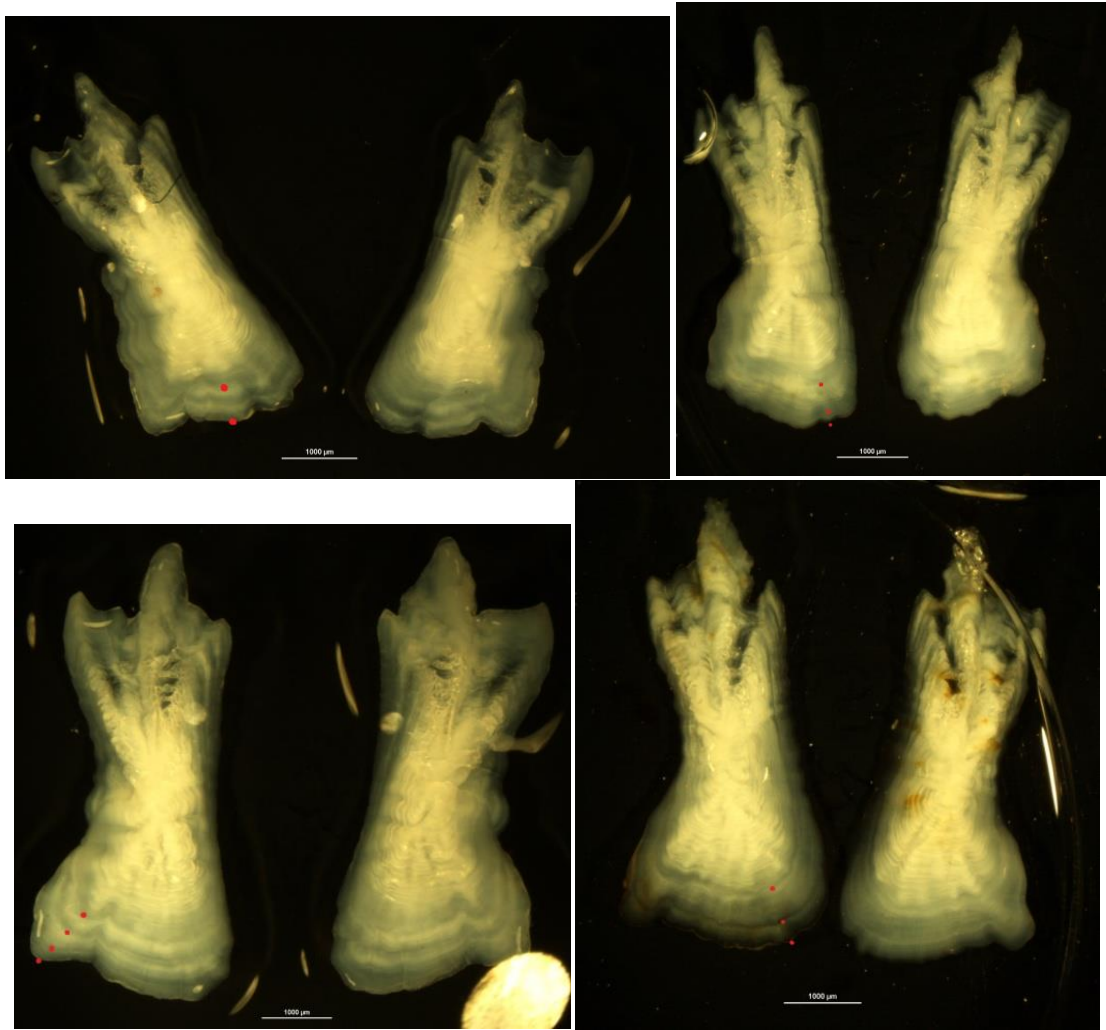


Figura 5. Diferencias en el patrón de crecimiento en otolitos de *S. colias* de diferentes áreas. Arriba: Otolitos de 29 cm de la zona 9aN (izquierda) y de la zona 8cE (derecha). Abajo: Otolitos de 35 cm de la zona 9aN (izquierda) y de la zona 8cE (derecha). Los puntos rojos marcan anillos anuales.

4. Directrices específicas para la interpretación de los otolitos: Identificación de las causas de las dificultades de interpretación (ICES WKARCM, 2015)

4.1 AREAS DEL OTOLITO PARA INTERPRETAR LA EDAD

Los otolitos del estornino tienen una forma irregular (Figura 6), que está más acentuada en los otolitos de los individuos de más edad. Esta forma difiere ligeramente entre los individuos.

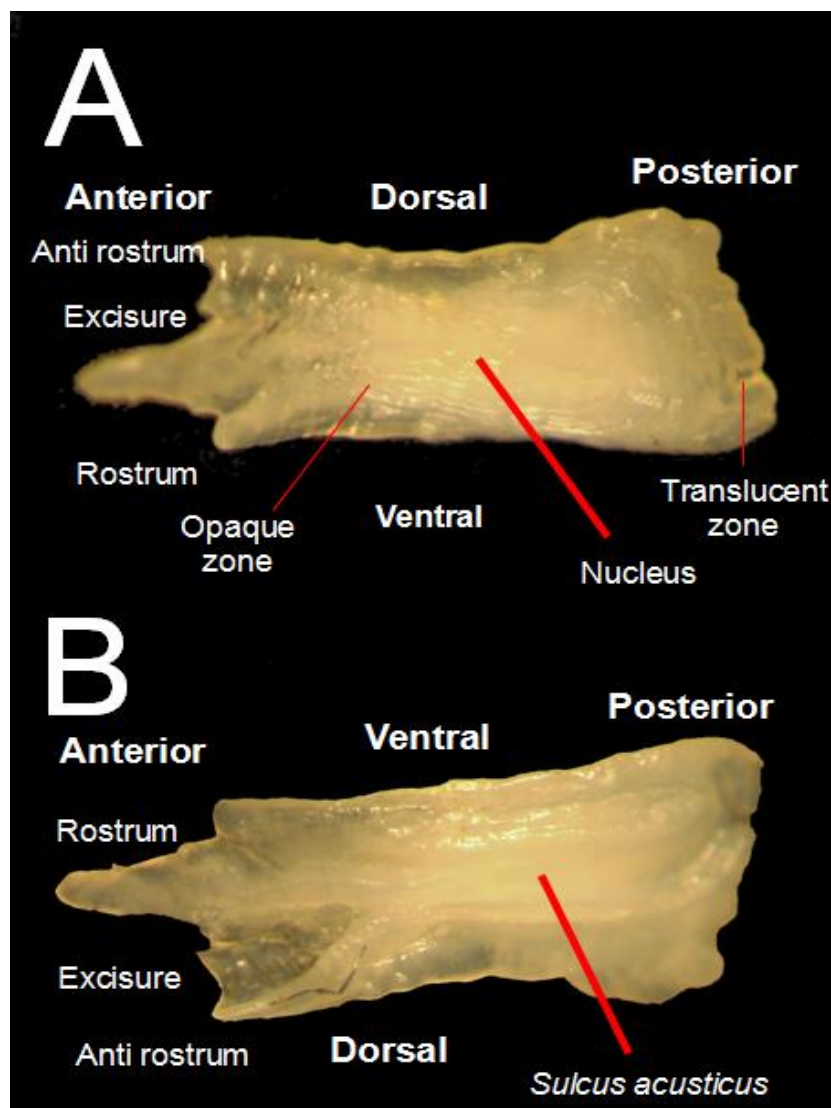


Figura 6. Vista de los otolitos de estornino: identificación de los principales zonas de la estructura del otolito: A-cara ventral; B-cara dorsal. (Fotografía tomada de ICES WKARCM, 2015).

Para leer la edad, los otolitos se orientan con la superficie distal hacia arriba y la superficie proximal (surco acústico) hacia abajo. Los anillos se observan con mayor claridad en el *post-rostrum* (parte posterior del otolito) y el borde próximo a la zona del *rostrum* (parte anterior del otolito). A diferencia de los otolitos de la caballa Atlántica, el *rostrum* ofrece, la mayoría de las veces, poca ayuda para la estimación de la edad en los otolitos del estornino, sobre todo en los ejemplares de mayor edad, cuyos anillos por lo general no son muy claros en esta área (Figura 7).



Figura 7. Otolitos de estornino. Se detalla las áreas donde es posible observar los anillos (círculos verdes), y las zonas donde los anillos se muestran menos claros (círculos rojos). (Fotografía tomada de ICES WKARCM, 2015).

En el caso de que sea un otolito difícil de interpretar, se recomienda observar el otolito completo antes de rechazarlo. Algunos otolitos con alta presencia de anillos falsos podrían presentar un área donde la interpretación sea posible, incluso cuando en otras áreas no lo sea (Figura 8).

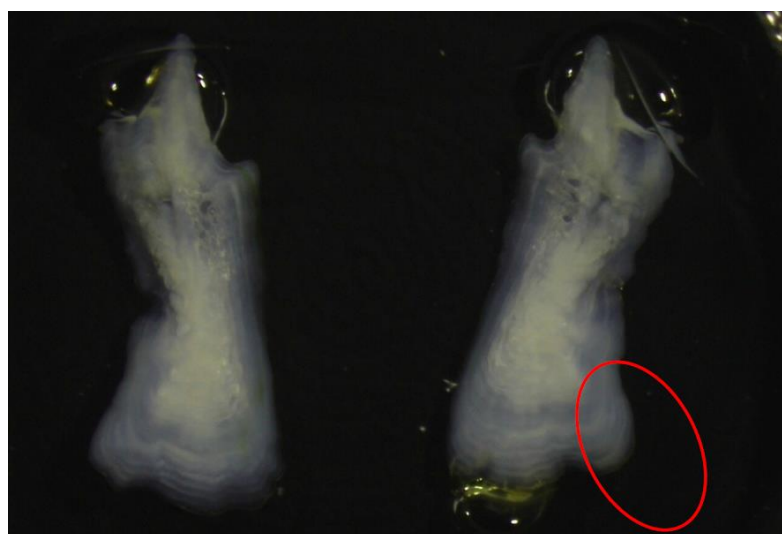


Figura 8. Otolito de *S. Colias*. Se observa alta presencia de anillos falsos y debería conducir a rechazar los otolitos, pero el círculo rojo muestra un área legible (Fotografía tomada de ICES WKARCM, 2015).

4.2 NATURALEZA DEL BORDE DEL OTOLITO

En el Golfo de Vizcaya la proporción mensual del tipo de borde de los otolitos de estornino indican una periodicidad anual en la formación de los anillos hialino y opaco, apareciendo el borde opaco principalmente desde junio a diciembre. El borde hialino (anillo de invierno) parece empezar a formarse en noviembre y está totalmente formado en abril (Fig. 9). El análisis del incremento marginal, RMD (borde opaco), muestra mayores valores entre julio y diciembre (Navarro *et al.*, 2015).

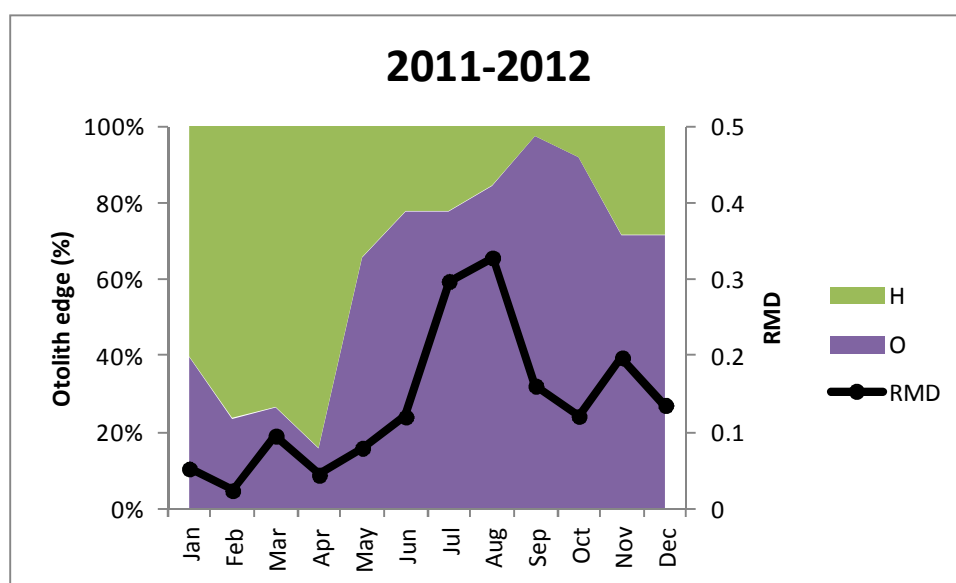


Figura 9. Naturaleza del borde y análisis del incremento marginal (RMD) de otolitos de estornino de la zona ICES 8c (Golfo de Vizcaya), años 2011-2012 (Navarro *et al.*, 2015).

4.3 DIFICULTADES DE INTERPRETACION DEL OTOLITO

Las principales dificultades para la interpretación de los otolitos del estornino están vinculados a la identificación de los dos primeros anillos, debido a la alta presencia de anillos falsos, frecuentemente anillos dobles (Figura 10).

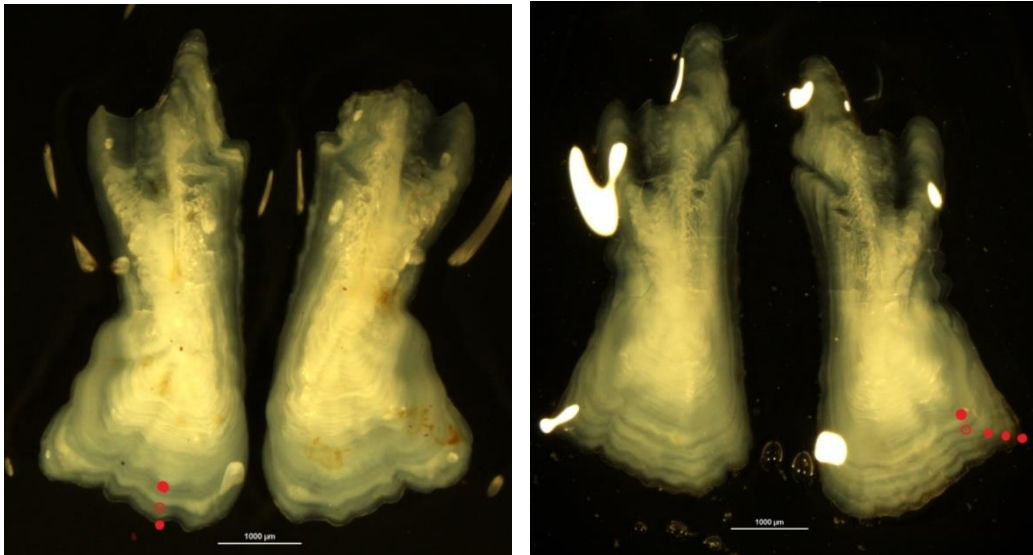


Figura 10. Otolitos de estornino con anillos dobles (círculos rojos abiertos). La imagen de la izquierda corresponde a un ejemplar de 29 cm de talla y dos años de edad, capturado en la zona ICES 9aN en enero. La imagen de la derecha corresponde a un estornino de 34 cm de talla y 4 años de edad, capturado en la zona ICES 8c en marzo. Los puntos rojos opacos corresponden con anillos anuales.

Otras dificultades para la interpretación de la edad en los otolitos de estornino es la presencia de anillos poco marcados, generalmente en los otolitos de estornino capturados en la zona ICES 8c y, a veces, la presencia de un primer anillo dudoso (figura 11).

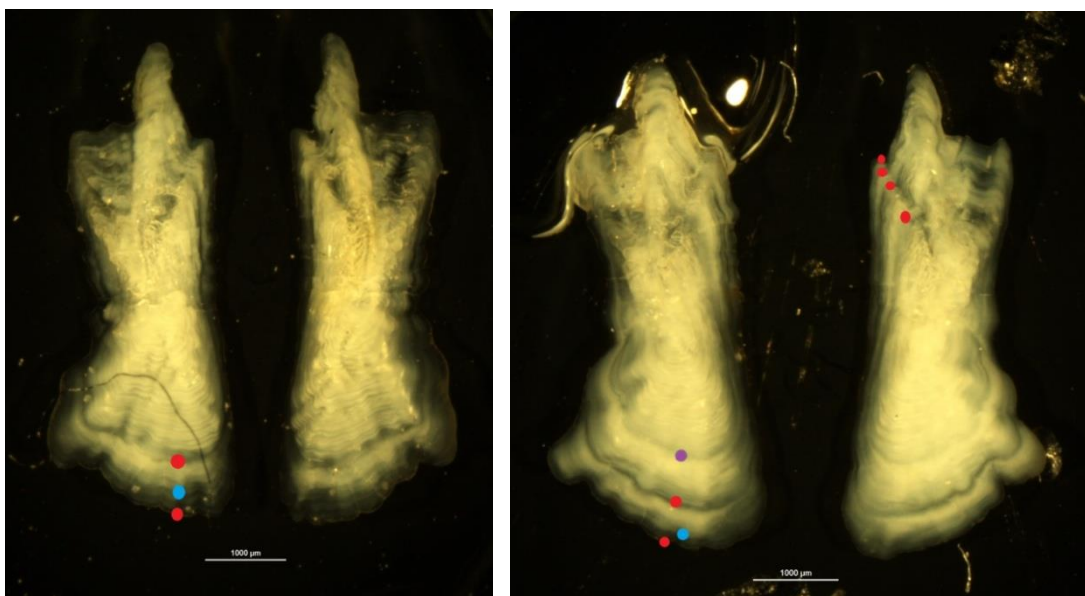


Figura 11. Otolitos de estornino con anillo anual poco marcado (punto azul) y/o primer anillo dudoso (punto morado). La imagen de la izquierda corresponde a un ejemplar de 34 cm de talla y 3 años de edad, capturado en la zona ICES 8c en abril. La imagen de la derecha corresponde a un ejemplar de 35 cm de talla y 4 años de edad, capturado en la zona ICES 8c en marzo. En este caso, los anillos anuales se aprecian más claramente en la zona próxima al rostrum (puntos rojos en otolito derecho) que en el post-rostrum (otolito izquierdo).

Los otolitos del estornino presentan un patrón de crecimiento característico con una gran anchura del primer anillo anual y después en los siguientes anillos la anchura disminuye hasta el tercer anillo anual (cuando la tasa de crecimiento también disminuye). Este patrón es más patente en los otolitos procedentes de algunas áreas geográficas que en otras (ej. Subdiv. ICES 8c). Este patrón no se produce en algunos otolitos, los cuales deben ser descartados al generar dudas en la edad. Los siguientes anillos, después del tercero, se superponen entre sí. En este sentido, se ha propuesto utilizar el radio medio de los anillos como una referencia útil con el fin de asignar los dos primeros anillos. Sin embargo, es notable que el radio medio de cada anillo varíe entre áreas. Por lo tanto, se ha recomendado llevar a cabo estudios para obtener los radios medios de los dos primeros anillos en todas las áreas. Los otolitos de individuos de 4 años de edad en adelante son difíciles de interpretar debido a la dificultad de discriminar los anillos anuales verdaderos de los anillos falsos. Cuando esto ocurre, los otolitos deben ser también descartados.

Además, la dificultad en la identificación del tipo de borde aumenta con la edad de los otolitos (el borde es cada vez más fino y difícil de distinguir en individuos grandes), lo que podría influir en la estimación de la edad.

5. Control de calidad de las lecturas de edad

La interpretación y conteo de los anillos de crecimiento (lectura de edad) en cada otolito se realiza dos veces, en ocasiones separadas. Las lecturas para un otolito dado se aceptan sólo si resultan coincidentes en las dos ocasiones. Si existen discrepancias entre las dos lecturas se realiza una tercera. Otolitos difíciles de interpretar se descartan.

Además de la edad estimada, también se asigna una calidad (o credibilidad) de la interpretación de la edad, de acuerdo al “3 point grading system” recomendado en WKNARC (ICES, 2011 y 2013). Se distinguen 3 posibles resultados de calidad de la interpretación (AQ):

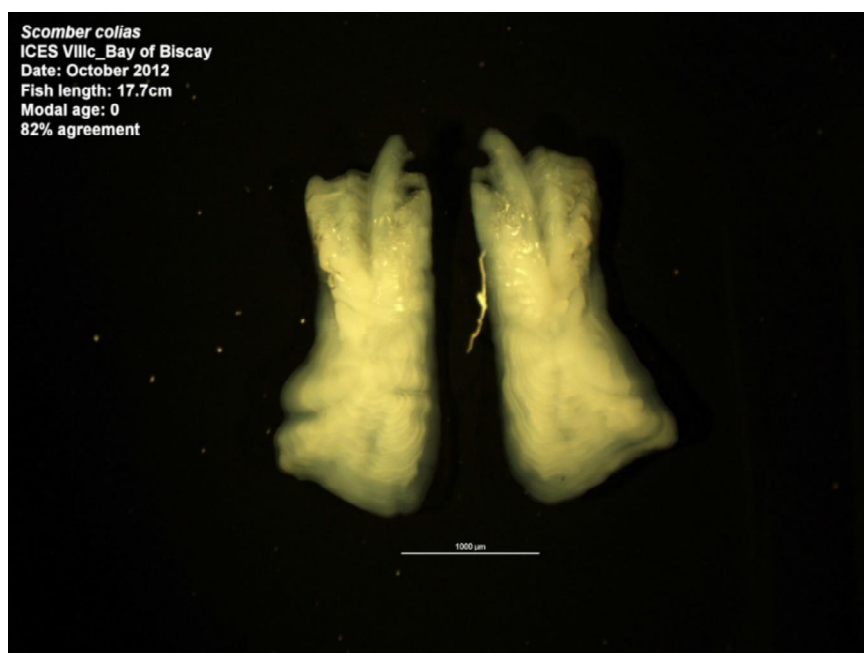
- **AQ1. Otolitos fáciles de leer**, cuya interpretación no resulta dudosa en una primera lectura. La edad estimada se considera como la edad final del individuo;
- **AQ2. Otolitos difíciles de leer**, cuya interpretación resulta dudosa en una 1ª lectura y que hay examinarlos nuevamente. Si la edad estimada en la 2ª lectura es la misma que en la 1ª, se asigna dicha edad como edad final del individuo. Si persisten las dudas entre las dos edades, se lee una 3ª vez, asignándose la edad más frecuente de las tres o bien dejándose la edad con dos valores (ej. 5/4). De cara a la elaboración de las claves talla-edad, estos otolitos cuya interpretación presenta dudas entre dos edades, se asigna como perteneciente a la edad que presente una cierta mayor confianza (que es el valor situado en primer lugar de los dos, ej. 5 para la edad 5/4);
- **AQ3. Otolitos cuya interpretación es prácticamente imposible** o muy dificultosa, con dudas entre 3 edades o más. Esos otolitos son excluidos de análisis posteriores.

6. Colección de otolitos de referencia (ICES WKARCM, 2015)

Se ha elaborado una primera colección de referencia de otolitos del estornino de una selección de imágenes de otolitos donde el acuerdo de lectura entre los lectores fue de más del 80% en los dos últimos intercambios de lectura de edad de dicha especie (ICES WKARCM 2015). Aquí se exponen los otolitos de referencia correspondientes a la zona 8c del ICES hasta la edad 3. Además, se añaden imágenes de otolitos de estorninos de más edad de la zona 8c y de la zona 9aN del ICES, determinados por una experta aunque no se hayan calibrado con otros lectores pero creemos útiles para el lector de este documento.

6.1 DIVISION 8C DEL ICES – GOLFO DE VIZCAYA

Edad 0 (2º Semestre)



(Imagen tomada de WKARCM 2015)

Edad 1 (1º Semestre)



Edad 1 (2º Semestre)

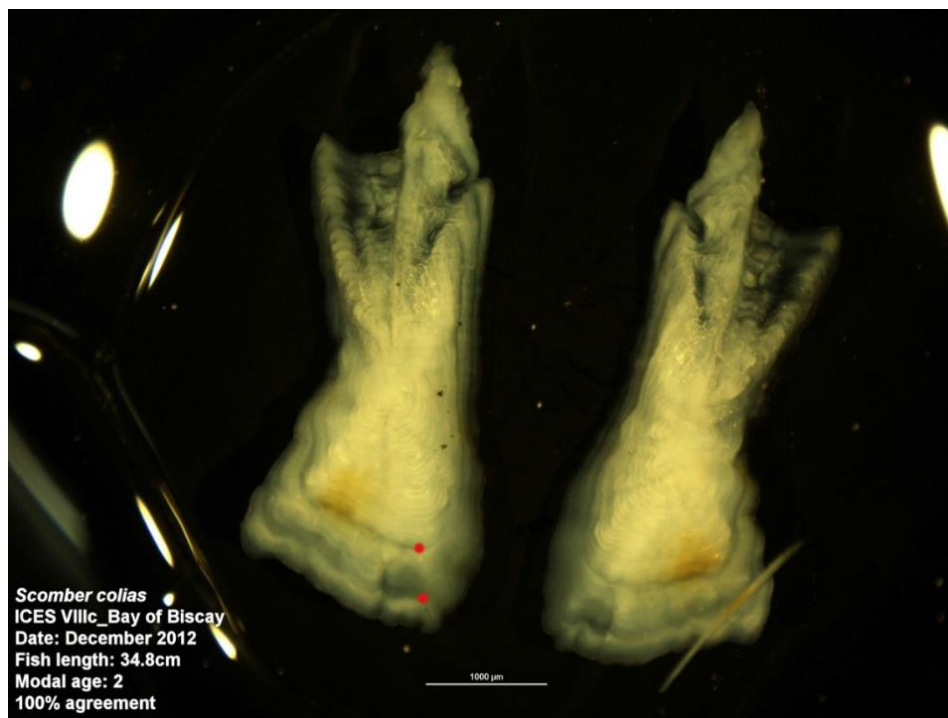


Edad 2 (1º Semestre)



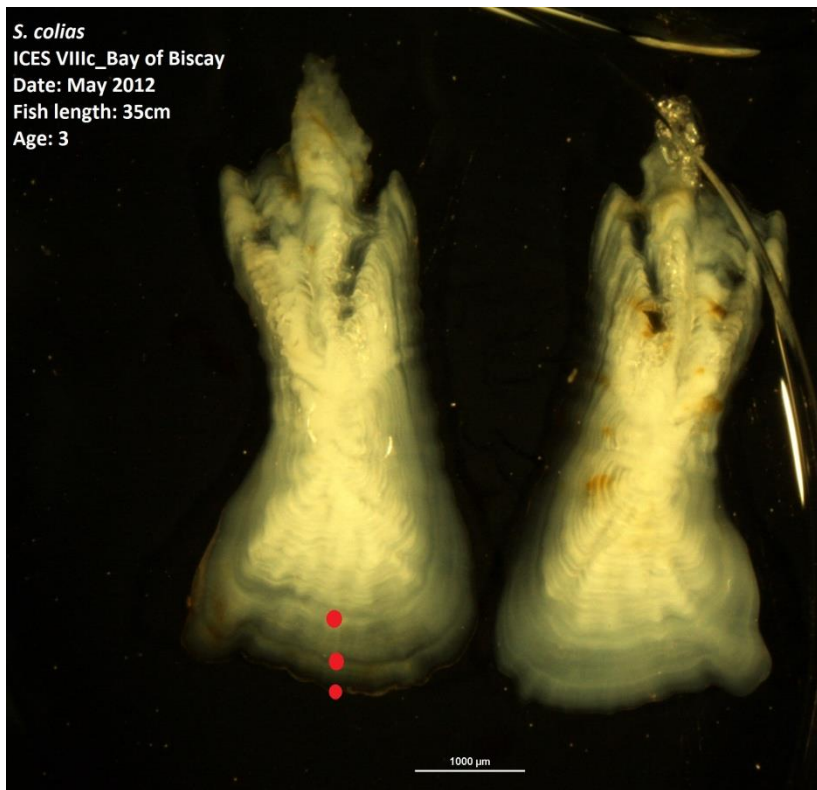
(Imagen tomada de WKARCM 2015)

Edad 2 (2º Semestre)

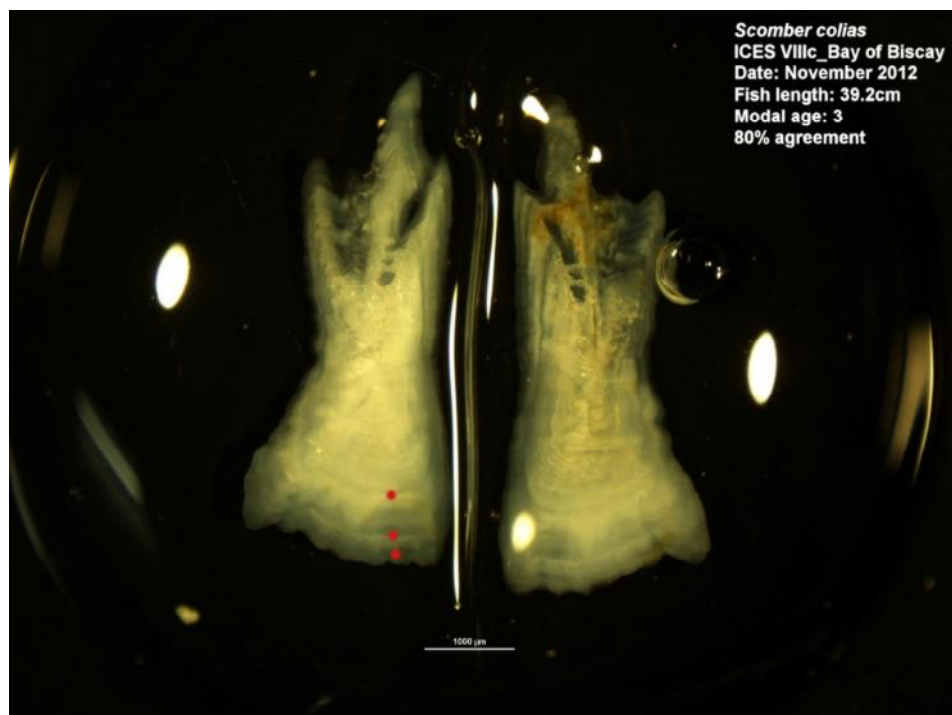


(Imagen tomada de WKARCM 2015)

Edad 3 (1º Semestre)



Edad 3 (2º Semestre)



(Imagen tomada de WKARCM 2015)

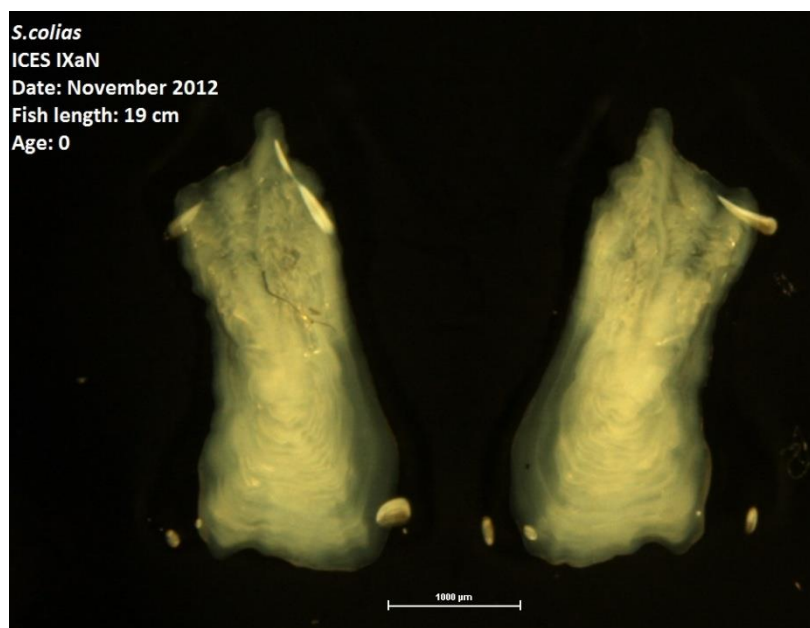
Edad 4 (1º Semestre)



Edad 4 (2º Semestre)



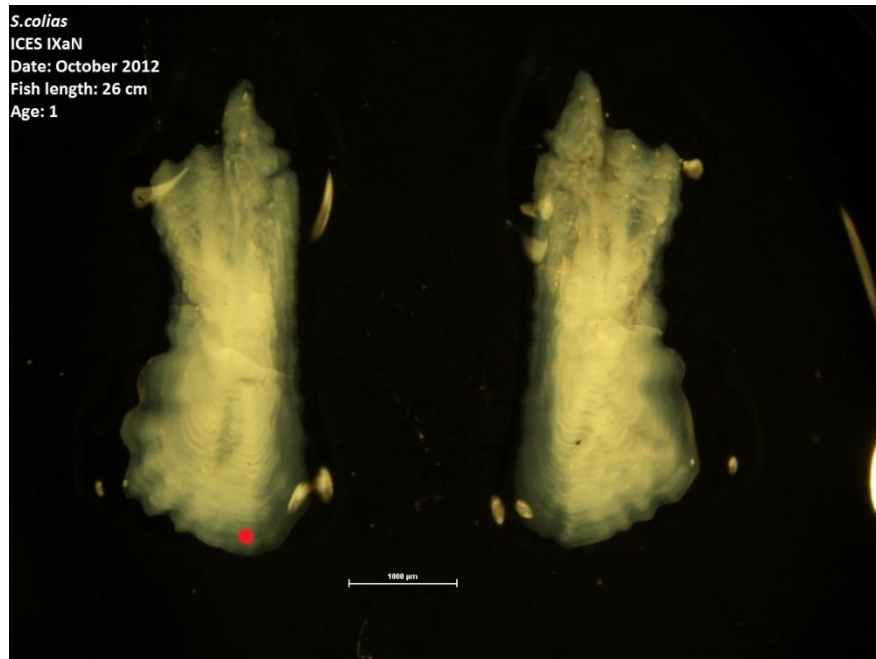
Edad 0 (2º Semestre)



Edad 1 (1º Semestre)



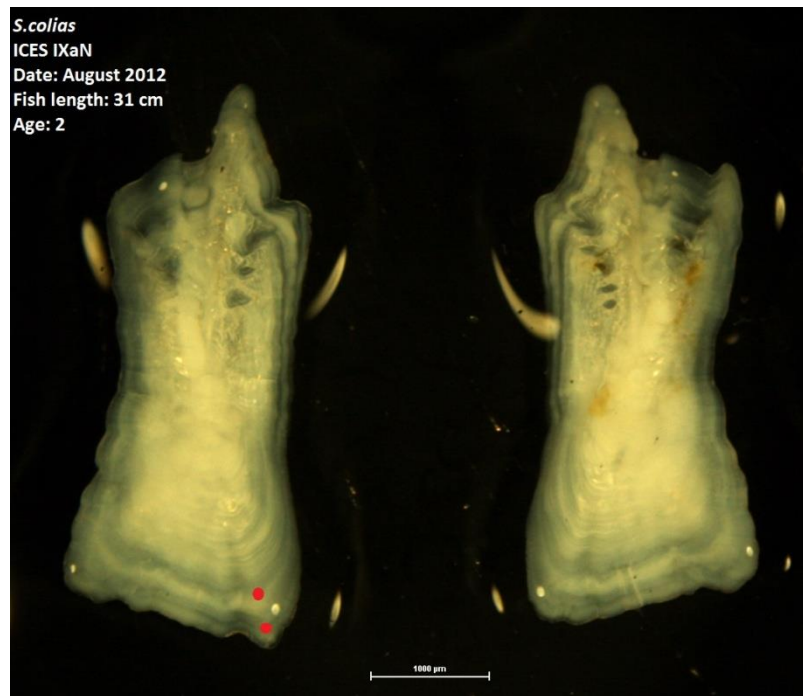
Edad 1 (2º Semestre)



Edad 2 (1º Semestre)



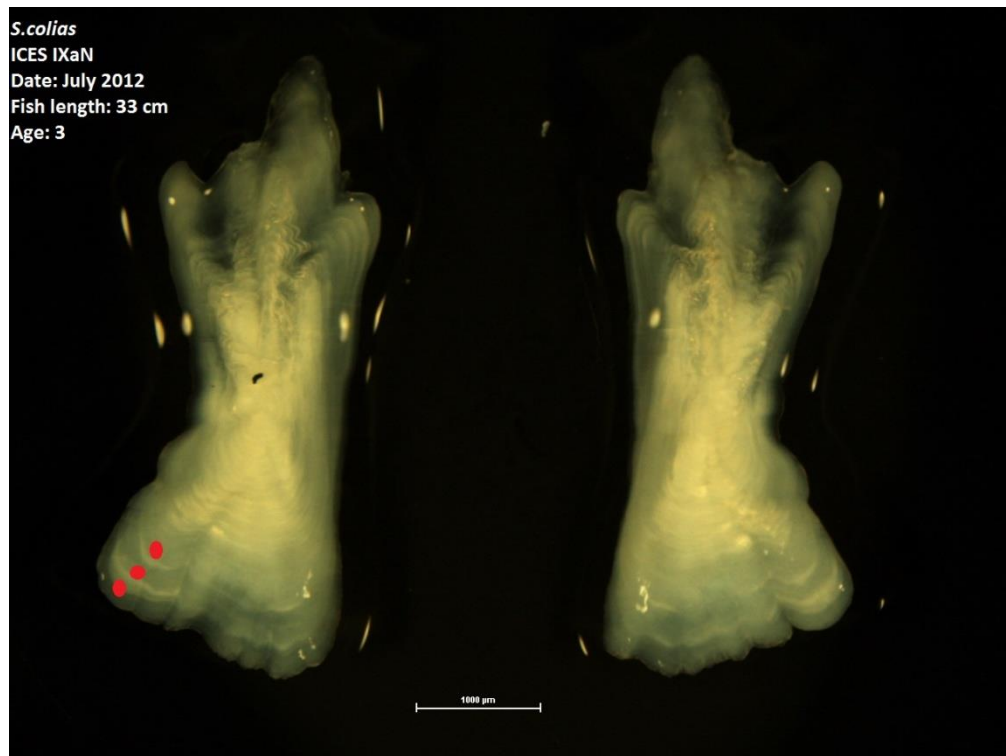
Edad 2 (2º Semestre)



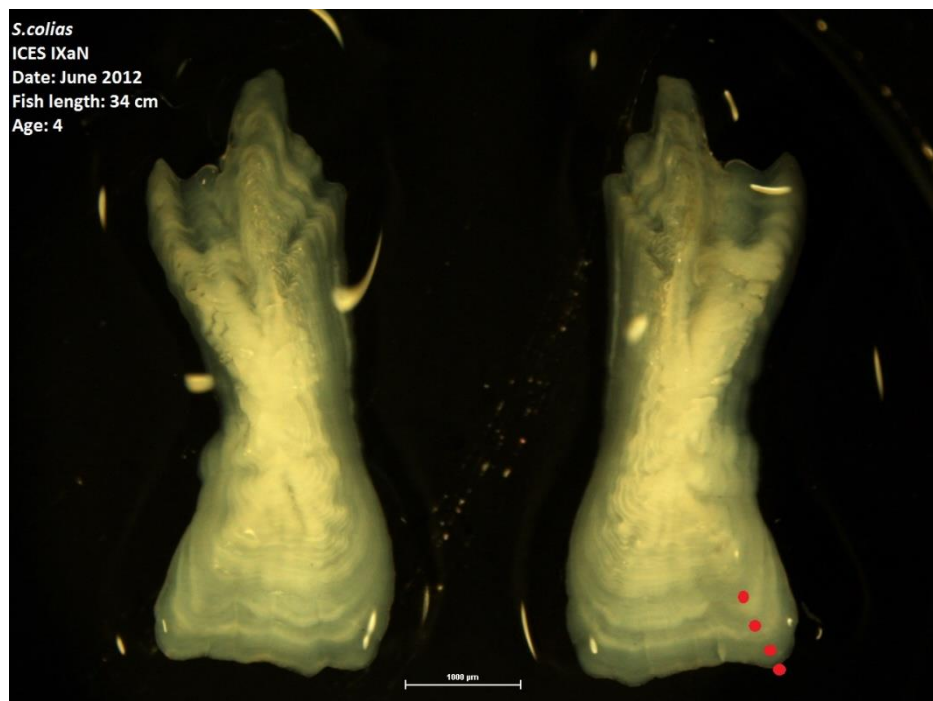
Edad 3 (1º Semestre)



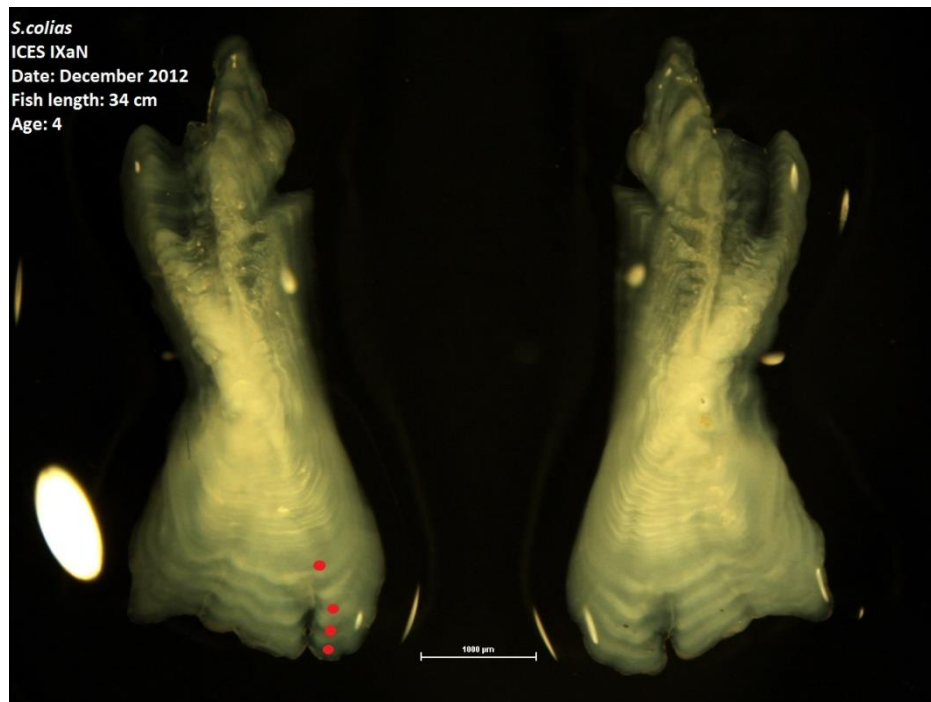
Edad 3 (2º Semestre)



Edad 4 (1º Semestre)



Edad 4 (2º Semestre)



7. Referencias

- Carvalho, N., Perrota, N. G., Isidro, E. J. 2002. Age, growth and maturity in the chub mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) from the Azores Arquipélago. *Life and Marine Sciences* ,19a: 93–99.
- Castro Hernández, J. J., Santana-Ortega, A. T. 2000. Synopsis of biological data on the chub mackerel (*Scomber japonicus*, 1782). FAO Fisheries Synopsis No. 157. Roma, 77pp.
- ICES, 2011. Report of the Workshop of National Age Readings Coordinators (WKNARC). ICES CM 2011/ACOM:45. 175 pp.
- ICES, 2013. Report of the Second Workshop of National Age Readings Coordinator (WKNARC-2). ICES CM 2013/ACOM: 52
- ICES. 2014. Report of the Working Group on Mackerel and Horse Mackerel Egg Surveys (WGMEGS). ICES CM 2014/SSGESST: 14.
- ICES, 2015. Report of the Workshop on Age Reading of Chub mackerel (*Scomber Colias*) (WKARCM). ICES CM 2015\SSGEIOM:11
- Lorenzo Nespereira, J. M., González Pajuelo, J. M. 1993. Determinación de la talla de primera madurez sexual y período reproductivo de la caballa *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) de las Islas Canarias. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 9(1): 15–21.
- Lorenzo, J. M., Pajuelo, J. G.; Ramos, A. G. 1995. Growth of the chub mackerel *Scomber japonicus* (Pisces: Scombridae) off the Canary Islands. *Scientia Marina*, 59 (3–4): 287–291.
- Martins, M. M., Jorge, I. M., Gordo, L. S. 1983. On the maturity, morphological characteristics and growth of *Scomber japonicus* Houttuyn (1782) of west continental coast of Portugal. ICES Document CM 1983/H: 39. 9pp.
- Martins, M. M. 1996. New biological data on growth and maturity of Spanish Mackerel (*Scomber japonicus*) off the Portuguese coast (ICES Division 9a). ICES. Pelagic Fish Committee. CM 1996/H:23.
- Martins, M. M., Cardador, F. 1996. Abundance and distribution pattern of Spanish mackerel (*S. japonicus*) and mackerel (*Scomber scombrus* L.) in the Portuguese continental waters (ICES Div: 9a). ICES Document CM 1996/H, 24, 21 pp
- Navarro, M. R., Villamor, B., Myklevoll, S.; Gil, J., Abaunza, P., Canoura, J. 2012. Maximum size of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) and Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) in the Northeast Atlantic. *Cybium*, 36(2): 406–408.
- Navarro, M. R., Villamor, B., Landa, J.,; Hernández, C. 2014a. Reproductive characteristics and body condition of chub mackerel (*Scomber colias*) in the south of Bay of Biscay, 2011–2013. ISOBAY14 – XIV International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay. DOI: 10.13140/2.1.3620.3841

Navarro, M. R.; Villamor, B.; Landa, J.; Hernández, C. 2014b. First attempt to validate the age estimation of chub mackerel (*Scomber colias*) in the Bay of Biscay using otoliths. 5th International Otolith Symposium, Palma de Mallorca (Spain), 20–24 October 2014.

Navarro, M.R., Villamor, B., Landa, J., Hernández, C. 2015. Annual growth pattern and age validation trials of *Scomber colias* in the Bay of Biscay using otoliths. WD to ICES Workshop on Age Reading Of Chub Mackerel (*Scomber colias*) (WKARCM), Lisbon, 02-06 November 2015. ICES SSGIEOM COMMITTEE/ SSGIEOM: 14

Panfili, J., de Pontual, H., Troadec, H. and Wright, P.J. 2002. Manual of Fish Sclerochronology. IFREMER-IRD co-edition, Brest. 464 pp.

Perrota, R. G., Carvalho, N., Isidro, E. 2005. Comparative study on growth of chub mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) from three different regions: NW Mediterranean, NE and SW Atlantic. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, 17: 67–79.

Vasconcelos, J., Dias, M. A., Faria, G. 2011. Age and growth of the Atlantic chub mackerel *Scomber colias* Gmelin, 1789 off Madeira Island. Arquipelago. Life and Marine Sciences, 28:57–70.

Velasco, E. M., Del Arbol, J., Baro, J.; Sobrino, I. 2011. Age and growth of the Spanish chub mackerel *Scomber colias* off southern Spain: a comparison between samples from the NE Atlantic and the SW Mediterranean. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 46: 27–34.

Villamor, B., P. Carrera, J. Castro, F. Ramos, F. Velasco, I. Sobrino, M.R. Navarro, R. Gancedo, C. Hernandez, M. Marín, M. Blanco, J. Tornero and C. Burgos. 2017. The Chub Mackerel (*Scomber Colias*) in the Atlantic Spanish Waters (ICES Divisions 8c and 9a): Biological, fishery and survey data. Working Document to Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE). ICES CM 2016/ACOM: 17. 30 August-5 September 2017, ICES HQ, Copenhagen, Denmark. <http://hdl.handle.net/10508/11071>